

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-281176

(43)Date of publication of application : 27.10.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number : 06-182409

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 03.08.1994

(72)Inventor : KOIKE YOSHIRO

TSUYUKI TAKASHI

OMURO KATSUFUMI

KAMATA TAKESHI

(30)Priority

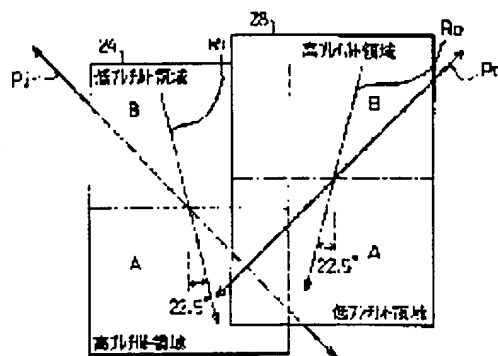
Priority number : 06 21555 Priority date : 18.02.1994 Priority country : JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a liquid crystal display panel which is high in contrast and is excellent in visual field characteristic.

CONSTITUTION: Liquid crystals are held between a pair of substrates. These substrates are respectively provided with oriented films 24, 28 and further a polarizer and analyzer are arranged on the outer side of a pair of the substrates. The oriented films of a pair of the substrates are subjected to orientation treatments in such a manner that the liquid crystal molecules twist from the one substrate toward the other substrate and that the microregions varying in the orientation directions of the liquid crystal molecule are included. The twist angle of the liquid crystals is so set as to attain  $\geq 0^\circ$  to  $< 90^\circ$ . The product  $\Delta n d$  of the refractive index anisotropy  $\Delta n$  of the liquid crystals and the thickness (d) of the liquid crystal layer is about  $\leq 0.5\mu\text{m}$  and is so set that the incident linearly



polarized light on the liquid crystals is emitted by rotating nearly 90°.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-281176

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平6-182409

(22) 出願日 平成6年(1994)8月3日

(31) 優先権主張番号 特願平6-21555

(32) 優先日 平6(1994)2月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 小池 善郎

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 露木 俊

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 大室 克文

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

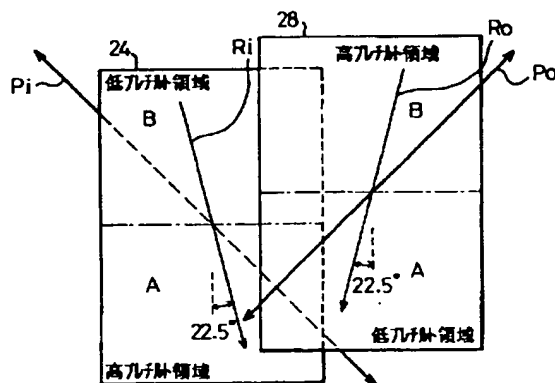
(54) 【発明の名称】 液晶表示パネル

(57) 【要約】

【目的】 液晶表示パネルに関し、コントラストが高く、且つ視角特性の優れた液晶表示パネルを提供することを目的とする。

【構成】 一对の基板の間に液晶が挟持され、該基板にはそれぞれ配向膜24、28が設けられ、さらに、該一对の基板の外側には偏光子及び検光子が配置され、該一对の基板の配向膜には一方の基板から他方の基板に向かって液晶分子がツイストし且つ液晶分子の配向方向の異なる微小な領域を含むように配向処理が行われており、液晶のツイスト角は $0^{\circ}$ 以上 $90^{\circ}$ 未満となるように設定され、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ は約 $0.5 \mu m$ 以下であり且つ液晶への入射直線偏光がほぼ $90^{\circ}$ 回転して出射するように設定されている構成とする。

本発明の第1実施例を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板(12、14)の間に液晶(10、40)が挟持され、該基板にはそれぞれ配向膜(24、28、44、48)が設けられ、さらに、該一対の基板の外側には偏光子(16)及び検光子(18)が配置され、

該一対の基板の配向膜には一方の基板から他方の基板に向かって液晶分子がツイストし且つ液晶分子の配向方向の異なる微小な領域(A、B)を含むように配向処理が行われており、

液晶のツイスト角は $0^\circ$ 以上 $90^\circ$ 未満となるように設定され、液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )と液晶層の厚さ(d)との積( $\Delta nd$ )は約 $0.5\mu\text{m}$ 以下であり且つ液晶への入射直線偏光がほぼ $90^\circ$ 回転して出射するように設定されていることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項2】 前記偏光子の透過軸と前記検光子の透過軸とが互いに直交又は平行に配置されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項3】 前記液晶分子が電圧不印加時に基板面に対してほぼ平行に近い小さなプレチルト角で配向する水平配向液晶であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項4】 液晶分子のツイスト角が約 $1^\circ$ から $60^\circ$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項5】 液晶分子のツイスト角が約 $10^\circ$ から $50^\circ$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項4に記載の液晶表示パネル。

【請求項6】 液晶分子のツイスト角が約 $45^\circ$ に設定され、液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )が約 $0.3\mu\text{m}$ に設定されることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示パネル。

【請求項7】 液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )が $0.05$ から $0.1$ の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項8】 液晶分子のツイスト角が約 $40^\circ$ から $50^\circ$ の範囲内に設定され、液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ ) $0.25$ から $0.3\mu\text{m}$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項9】 青、緑、赤のカラー画素を有し、青色のカラー画素における液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )と液晶層の厚さ(d)との積( $\Delta nd$ )は約 $0.2$ から $0.24\mu\text{m}$ の範囲にあり、緑色のカラー画素における液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )と液晶層の厚さ(d)との積( $\Delta nd$ )は約 $0.25$ から $0.3\mu\text{m}$ の範囲にあり、赤色のカラー画素における液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )と液晶層の厚さ(d)との積( $\Delta nd$ )は約 $0.27$ から $0.33\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示パネル。

【請求項10】 液晶分子のツイスト角が約 $1^\circ$ から

$0^\circ$ の範囲内に設定され、液晶層の厚さ(d)と液晶分子のカイラルピッチ(p)との比(d/p)が0から $1.8$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項11】 前記液晶分子が電圧不印加時に基板面に対してほぼ垂直に近い大きなプレチルト角で配向する垂直配向液晶であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項12】 青、緑、赤のカラー画素を有し、基板間のギャップ厚が各カラー画素毎に異なることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項13】 少なくとも出射側基板と検光子との間に位相差フィルムが配置されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項14】 位相差フィルムが一軸性のフィルムであり、その遅相軸が検光子の透過軸に対して角度をつけて設置されることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示パネル。

【請求項15】 位相差フィルムのリターデーション( $\Delta nd$ )が $100\text{nm}$ 以下であり、位相差フィルムの設置角度が $0$ から $45^\circ$ の範囲内にあることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示パネル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は視角特性を改善するために配向分割した液晶表示パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】最近、振れネマチック効果を用いるTN液晶表示パネルが盛んに開発されている。TN液晶表示パネルは一対の基板の間にネマチック液晶を挟持し、基板の外側に偏光子及び検光子を配置したものである。基板の内面にはラビング等の配向処理が行われる。

【0003】TN液晶表示パネルは一般に水平配向液晶表示パネルとして使用される。すなわち、水平配向のTN液晶表示パネルでは、電圧を印加しないときには液晶分子は基板面に対してほぼ平行に配向しており、且つ一方の基板から他方の基板に向かって $90^\circ$ ツイストするようになっている。電圧を印加すると液晶分子は基板面に対して所定方向に立ち上がる。光の透過率が両状態の間で変化することにより明暗が生じ、それによって画像を形成することができる。

【0004】一方、垂直配向型のTN液晶表示パネルでは、垂直配向膜が使用され、電圧を印加しないときには液晶分子は基板面に対してほぼ垂直に配向しており、電圧を印加すると液晶分子は基板面に対して倒れてラビング方向に従ってツイストするようになっている。この場合でも、光の透過率が両状態の間で変化することにより明暗が生じ、それによって画像を形成することができる。

【0005】TN液晶表示パネルでは、画面を見る人の

位置により視角特性が変わることが知られている。例えば、垂直に立てて配置された画面を正面から（画面の法線方向から）見る場合にはコントラストの良い画像が見えるが、同画面を法線方向よりも斜め上方向から見る場合には白っぽく見え、同じ画面を斜め下方向から見る場合には黒っぽく見えることがある。このような視角特性は配向膜のラビング方向、つまり液晶分子の配向方向に従って生じることが知られている。

【0006】このような視角特性を改善するために、配向分割が提案されている（例えば、特開昭54-5754号公報、及び特開昭63-106624号公報）。配向分割とは、画素に相当する微小な単位領域を2つのドメイン（領域）に分割し、一方のドメインの視角特性が、他方のドメインの視角特性と逆になるように配向処理することである。すなわち、1画素内の第1のドメインにおいては、垂直に置かれた画面を上方向から見る場合には白っぽく見える特性が現れるようにし、同画素内の第2のドメインにおいては、同じ画面を上方向から見る場合には黒っぽく見える特性が現れるようにし、よって同画素はこれらのドメインの特性の平均的な輝度となり、白っぽくもなく、黒っぽくもないようになる。配向分割は、単純には配向膜にマスクをしてラビングし、さらに相補的なマスクをしてもう一度ラビングすることによって実施される。

【0007】TN液晶表示パネルでは、液晶が90°ツイストするように構成するのが表示の品質がよいといわれている。しかし、液晶のツイスト角を90°以下に設定する例も知られている。例えば特開昭63-115137号公報は、液晶のツイスト角が10から80°の範囲内にあり、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ が0.2から0.7 $\mu\text{m}$ の範囲内にあるTN液晶表示パネルを開示している。この従来技術は、電圧一透過率の特性曲線を滑らかにして、階調表示をできるようにするために、液晶のツイスト角及び液晶層の厚さを小さくすることを提案したものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示パネルの視角特性は上記した配向分割技術によりかなり改善されることができる。しかしながら、視角が大きくなると、やはり表示の品質が低下するという問題点があった。

【0009】上記特開昭63-115137号公報に記載された発明は、電圧一透過率の関係を示す曲線にこぶ等がなく、滑らかであるという前提でなされたものであるが、TN液晶表示パネルでは電圧一透過率曲線は実際的には滑らかでなく、且つ視角毎に大きな差があるものである。上記公報は正面から見たときの電圧一透過率曲線のみを開示しており、斜めから見たときの視角特性の問題については何ら示唆していない。

【0010】従来のTN液晶表示パネルにおいては、液晶分子のツイスト角を90°にとり、液晶の屈折率異方

性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ は、 $\Delta n d \approx 0.5\mu\text{m}$ の条件で構成されている。そして、ツイスト角を90°以下にすると、入射直線偏光が確実に90°回転して出射するという保証がないために、コントラストが低下し、あるいは好ましくない色がでたりするという問題点があった。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による液晶表示パネルは、一対の基板12、14の間に液晶10、40が挟持され、該基板にはそれぞれ配向膜24、28、44、48が設けられ、さらに、該一対の基板の外側には偏光子16及び検光子18が配置され、該一対の基板の配向膜には一方の基板から他方の基板に向かって液晶分子がツイストし且つ液晶分子の配向方向の異なる微小な領域を含むように配向処理が行われており、液晶のツイスト角は0°以上90°未満となるように設定され、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ は約0.5 $\mu\text{m}$ 以下であり且つ液晶への入射直線偏光がほぼ90°回転して出射するように設定されていることを特徴とするものである。

【0012】

【作用】上記構成においては、単に配向分割のみを行った液晶表示パネルより優れた視角特性を得ることができる。

【0013】この場合、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ は、0.5 $\mu\text{m}$ 以下という規定の範囲で任意に選ぶのではない。発明者らは、選択されたツイスト角に応じて最適の $\Delta n d$ があり、このツイスト角と最適の $\Delta n d$ との組合せによれば、液晶のツイスト角は90°より小さいにもかかわらず、液晶への入射直線偏光がほぼ90°回転して出射する、ということを見出した。従って、偏光子と検光子は直交又は平行な関係で配置されることができ、それによって、偏光子から入射した直線偏光を検光子によって確実に遮断又は透過することができ、高いコントラストを得ることができるのである。

【0014】

【実施例】図1及び図2は、本発明による液晶表示パネルの第1実施例を示す図である。この液晶表示パネルは、液晶10を封入した一対の透明な基板12、14と、これらの基板12、14の外側に配置された偏光子16及び検光子18とからなる。光は矢印Lの方向から入射する。一方の基板12の内面にはカラーフィルタ20、透明電極22及び配向膜24が設けられ、もう一方の基板14の内面には透明電極26及び配向膜28が設けられる。カラーフィルタ20は青（B）、緑（G）、赤（R）の領域を有する。一方の透明電極22は共通電極であり、他方の透明電極26は画素電極である。画素電極26はカラーフィルタ20の青（B）、緑（G）、赤（R）の領域と対応する面積を有する。画素

5

電極26はアクティブマトリクスによって駆動される。  
 【0015】図1は偏光子16及び検光子18の透過軸の方向、並びに配向膜24、28の配向処理を示している。偏光子16の透過軸Piと検光子18の透過軸Poとは互いに直交し、水平線に対して45°の角度で配置されている。配向膜24のラビング方向Riは垂直に対して22.5°であり、配向膜28のラビング方向Riは垂直に対して22.5°であり、ラビング方向Riとラビング方向Riとは互いに45°を形成する。つまり、液晶10は45°ツイストするように配向されている。液晶10にはツイストを助けるカイラル材が挿入される。

【0016】図1及び図2は配向分割が行われた液晶表示パネルを示している。図1は配向膜24、28の1画素分に相当する微小な領域を示しており、この微小な領域が視角特性の180度異なるドメインA、Bに分割されている。図1及び図2において、ドメインAにおいては、配向膜24は、この配向膜24に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなすようにラビング処理が行われており、対向する配向膜28は、この配向膜28に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなすようにラビング処理が行われている。ここで、 $\alpha > \beta$ の関係がある。すると、ドメインAにおいては、電圧不印加時には液晶分子は定められたプレチルトで基板面に対してほぼ平行に配向しているが、電圧印加時には液晶分子は基板面に対して垂直方向に立ち上がる。このとき、両基板16、18の間の中間部に位置する液晶分子は大きいプレチルト $\alpha$ をもった液晶分子に従って立ち上がる。

【0017】隣接するドメインBにおいては、逆に、配向膜24は、この配向膜24に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなすようにラビング処理が行われており、対向する配向膜28は、この配向膜28に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなすようにラビング処理が行われている。この場合にも、 $\alpha > \beta$ の関係がある。よって、ドメインBにおいても、電圧不印加時には液晶分子は定められたプレチルトで基板面に対してほぼ平行に配向しているが、電圧印加時には液晶分子は基板面に対して垂直方向に立ち上がり、両基板16、18の間の中間部に位置する液晶分子は大きいプレチルト $\alpha$ の液晶分子に従って立ち上がる。つまり、両基板16、18の間の中間部に位置する液晶分子に注目すると、ドメインAの液晶分子はドメインBの液晶分子とは逆方向に立ち上がることになる。そして、両基板16、18の間の中間部に位置する液晶分子の立ち上がり方が視角特性を左右することが知られている。

【0018】従って、ドメインAの視角特性はドメインBの視角特性と180度異なることになる。例えばドメインAについて、法線方向よりも上方向から見る場合には白っぽく見え、下方向から見る場合には黒っぽく見え、下方向から見る場合には黒っぽく見え

6

るとすると、ドメインBについては逆に、法線方向よりも上方向から見る場合には黒っぽく見え、下方向から見る場合には白っぽく見えるようになる。このように、1画素に相当する微小な領域が視角特性の180度異なるドメインA、Bに分割されているので、この微小な単位領域は両方の視角特性を平均した視角特性を示すようになり、視角特性が改善される。

【0019】このような配向分割を行うためには、各配向膜24、28について、ドメインA、B毎に交互にプレチルト $\alpha$ 、 $\beta$ が現れるように配向処理する必要がある。このような配向処理の一例は、配向膜24に図1の矢印Riの方向にラビングを行い、配向膜28に図1の矢印Roの方向にラビングを行い、それから、ドメインA又はBに相当する開口部を設けたマスクを使用して紫外線照射を行い、ドメインA及びBのプレチルト特性を変えることである。紫外線照射のために例えば低圧水銀灯を使用する。紫外線照射によりプレチルト特性を変えることができ、紫外線照射時間を調節することにより、ドメインA又はBに所望のプレチルト角度を設定することができる。

【0020】図3及び図4は配向処理の他の例を示している。この例は配向分割の基本形であり、表示画面のうちの1画素分に相当する微小な領域が視角特性の180度異なるドメインA、Bに分割されていることは前記実施例と同じである。前記実施例においては、配向膜24、28はそれぞれ一定の方向にラビングされ、ドメインA、Bに対応する微小な領域でプレチルト $\alpha$ 、 $\beta$ を変化させ、そして配向膜22、26のプレチルト $\alpha$ 、 $\beta$ の異なる微小な領域を対向させていた。

【0021】この実施例においては、配向膜24、28の各々がドメインA、Bに対応する微小な領域毎に逆方向にラビングされている。つまり、配向膜24のドメインAにおいてはRiaの方向にラビングが行われ、配向膜24のドメインBにおいてはRibの方向にラビングが行われる。同様に、配向膜28のドメインAにおいてはRoaの方向にラビングが行われ、配向膜28のドメインBにおいてはRobの方向にラビングが行われる。このような配向分割は例えばフォトリソ技術によるマスクを使用して一回目のラビングを行い、そして相補的な開口部を有する別のマスクを使用して二回目のラビングを行うことによって達成できる。

【0022】従って、図4に示されるように、液晶分子はドメインA及びドメインBにおいてはそれぞれ一定の方向に傾いて配向するが、ドメインAの傾き方向とドメインBの傾き方向とは逆であり、表示を見るときに視角特性は逆になる。例えばドメインAについて、法線方向よりも上方向から見る場合には白っぽく見え、下方向から見る場合には黒っぽく見え、下方向から見る場合には黒っぽく見え、下方向から見る場合には白っぽく見える

ようになる。このように、1画素に相当する微小な領域が視角特性の180度異なるドメインA、Bに分割されているので、この微小な単位領域は両方の視角特性を平均した視角特性を示すようになり、視角特性が改善される。

【0023】また、偏光子16の透過軸Piと検光子18の透過軸Poは互いに直交し、ラビング方向Ria、Ribとラビング方向Roa、Robとは互いに45度の角度を形成する。従って、液晶のツイスト角は45°である。

【0024】図5は配向処理のさらに他の例を示している。液晶のプレチルトの関係は図2のものと同様である。つまり、ドメインAにおいては、配向膜24に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなし、配向膜22に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなす。また、隣接するドメインBにおいては、配向膜24に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなし、配向膜28に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなす。ここでも、 $\alpha > \beta$ の関係がある。従って、ドメインAの液晶分子はドメインBの液晶分子とは逆方向に立ち上がることになる。

【0025】図2においてはラビング後に選択的な紫外線照射を行うことによってプレチルトに差ができるようにしていたが、図5においては、各配向膜24、28をそれぞれ2層の材料24a、24b、28a、28bで形成し、上方材料層24b、28bにドメインA又はBに相当する開口部を設けてある。各配向膜24、28をそれぞれ一定の方向に全体的にラビングしてある。そこで、上方材料層24b、28bは上方材料層の開口部から露出した下方材料層24a、28aの部分と同じ方向にラビングされるが、下方材料層24a、28aと上方材料層24b、28bはプレチルト角が異なりように選択してあり、よって上記したような配向分割が達成される。

【0026】本発明は、このような配向分割と、液晶のツイスト角を90°より小さくすることとの組合せにより、視角特性を向上させるものである。この場合、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さdとの積 $\Delta nd$ は、0.5 $\mu\text{m}$ 以下という規定の範囲で選ばれる。しかし、 $\Delta nd$ は、0.5 $\mu\text{m}$ 以下という範囲内で任意に選ばれるのではない。発明者らは、選択されたツイスト角に応じて最適の $\Delta nd$ があり、このツイスト角と最適の $\Delta nd$ との組合せによれば、液晶のツイスト角は90°より小さいにもかかわらず、液晶への入射直線偏光がほぼ90°回転して出射する、ということを見出した。

【0027】図6及び図7は、ツイスト角が45°のときに、液晶への入射直線偏光がほぼ90°回転して出射する最適の $\Delta nd$ がある、ことを示す実験結果である。図6においては、配向膜24のラビング方向Ri及び配向膜28のラビング方向Roは図1のものと同じであ

り、偏光子16及び検光子18の配置も図1と同じである。ただし、図6においては、偏光子16の吸収軸Qi及び検光子18の吸収軸Qoが示されているが、これらは図1の透過軸Pi、Poを90°回転したものに相当する。

【0028】図6の光学系においては、偏光子16がその吸収軸Qiの水平線に対する角度 $\theta_i$ が45°で固定され、検光子18がその吸収軸Qoの水平線に対する角度 $\theta_o$ が0°から反時計まわり方向に回転された。検光子18が回転する間に、偏光子16から入射し、液晶10を通して検光子18から出射する直線偏光の透過光強度を測定した結果が図7に示されている。

【0029】図7において、(A)は青(波長420nm)、同図(B)は緑(波長550nm)、同図(C)は赤(波長610nm)の光についてのものである。液晶10の層の厚さ(基板間のギャップ)を2.0 $\mu\text{m}$ から5.0 $\mu\text{m}$ まで0.3 $\mu\text{m}$ おきに変え、各液晶10の層の厚さについて透過光強度を測定した。液晶10として品名ZLI-4792(メルク製)、 $\Delta n = 0.094$ のものを使用した。

【0030】図7から、ツイスト角45°の場合に、入射した直線偏光が偏光軸を90°回転して出射する最適の液晶層の厚さdがあることが分かる。すなわち、検光子18の角度 $\theta_o$ が偏光子16の角度 $\theta_i = 45^\circ$ と同じになったときに、偏光子16の透過軸(又は吸収軸)と検光子18の透過軸(又は吸収軸)が互いに平行になり、このときの透過光強度が0であれば、入射直線偏光は全く検光子18を透過せず、これは液晶10に入射した直線偏光が偏光軸を90°回転して出射したことを意味する。

【0031】図7(A)においては、検光子18の設置角度 $\theta_o$ が45°のときに、透過光強度が0になるのは、液晶10の層の厚さdが約2.5 $\mu\text{m}$ のカーブである。液晶10の $\Delta n = 0.094$ であるから、青色の光に対して最適の $\Delta nd$ は0.235になる。(B)においては、透過光強度が0になるのは、液晶10の層の厚さdが約3.2 $\mu\text{m}$ のカーブである。よって、緑色の光に対して最適の $\Delta nd$ は0.301になる。(C)においては、透過光強度が0になるのは、液晶10の層の厚さdが約3.5 $\mu\text{m}$ のカーブである。よって、赤色の光に対して最適の $\Delta nd$ は0.329になる。

【0032】図8は同じ液晶を使用してツイスト角を22.5°とした場合の検光子18の角度 $\theta_o$ の回転角に対する透過光強度を示している。また、図9はツイスト角を67.5°とした場合の検光子18の角度 $\theta_o$ の回転角に対する透過光強度を示している。これらの図においても、入射した直線偏光が偏光軸を90°回転して出射する最適の液晶層の厚さdがあることが分かる。種々のツイスト角に対する最適の液晶層の厚さdは次の表1の通りである。なお、ツイスト角が0°すなわちホモジ



ニアス配向では良く知られた入/2板の条件になっている。本発明は、ツイスト角の極限0°（ホモニアス配\*

\*向）でも好ましく実施できる。

【0033】

表1 ( $\Delta n = 0.094$ )

ツイスト角	青 (420nm)	緑 (550nm)	赤 (610nm)
0°	約2.2 $\mu$ m	約2.7 $\mu$ m	約3.0 $\mu$ m
10.0°	約2.2 $\mu$ m	約2.8 $\mu$ m	約3.2 $\mu$ m
20.0°	約2.2 $\mu$ m	約2.9 $\mu$ m	約3.2 $\mu$ m
22.5°	約2.3 $\mu$ m	約2.9 $\mu$ m	約3.2 $\mu$ m
30.0°	約2.3 $\mu$ m	約3.0 $\mu$ m	約3.3 $\mu$ m
40.0°	約2.4 $\mu$ m	約3.1 $\mu$ m	約3.5 $\mu$ m
45.0°	約2.5 $\mu$ m	約3.2 $\mu$ m	約3.5 $\mu$ m
50.0°	約2.5 $\mu$ m	約3.3 $\mu$ m	約3.7 $\mu$ m
60.0°	約2.6 $\mu$ m	約3.5 $\mu$ m	約4.0 $\mu$ m
67.5°	約2.9 $\mu$ m	約3.8 $\mu$ m	約4.2 $\mu$ m
70.0°	約3.0 $\mu$ m	約3.9 $\mu$ m	約4.4 $\mu$ m
80.0°	約3.1 $\mu$ m	約4.3 $\mu$ m	約4.8 $\mu$ m

【0034】このようにして、液晶に入射した直線偏光が偏光軸を90°回転して出射するので、偏光子16と検光子18を直交配置したノーマリホワイトモードでは、電圧不印加時に、90°回転した直線偏光が全て検光子18を透過し、電圧印加時に、液晶が立ち上がって直線偏光がそのまま液晶を透過するので全て検光子18で遮断され、コントラストの高い表示ができる。また、偏光子16と検光子18を平行配置したノーマリブラックモードにおいては、電圧不印加時に、90°回転した直線偏光が全て検光子18で遮断され、電圧印加時に、液晶が立ち上がって直線偏光がそのまま液晶及び検光子18で透過し、コントラストの高い表示ができる。

【0035】理想的には色毎に液晶層の厚さが変わるように基板板間のギャップを変えるマルチギャップ構造を採用することが望ましい。この場合、例えばカラーフィルター20の厚さを変えることによりマルチギャップ構造を実現できる。ただし、現実的には、マルチギャップ構造にしろなくとも、ギャップ厚さを一定とし、中間の緑色の場合の厚さに合わせてもよい。こうしても、ノーマリホワイトモードにおいて白表示での色調が問題となるのみであり、コントラスト比への影響は少ない。また、ギャップ厚さを一定として場合、若干の駆動電圧調整を青、緑、赤画素で行うことも可能である。

【0036】図10は従来のツイスト角が90°で、配向分割なしの液晶表示パネルの等コントラスト曲線一例を示す図である。横軸は画面を左右方向から見たときの画面の法線方向に対する視角であり、縦軸は画面を上下方向から見たときの画面の法線方向に対する視角である。この場合には、画面を上方向から見たときに極端にコントラストが低下する。

【0037】図11はツイスト角が45°で、配向分割なしの液晶表示パネルの等コントラスト曲線を示す図である。この図では、上方向の視角特性は図10同様によくない。図12はツイスト角が45°で、配向分割あり※50

※の液晶表示パネルの等コントラスト曲線を示す図である。この図から分かるように、本発明の構成によると、上下方向の視角特性がよくなっている。

20 【0038】このように、配向分割を行い、ツイスト角を90°未満、好ましくは約0°から60°の範囲内とする場合に、視角特性を大幅に改善できる。さらに、ツイスト角を約10°から50°の範囲内に設定すると、コントラスト及び視角特性の優れた表示を得ることができる。特に、ツイスト角が約45°で、 $\Delta n d \approx 0.3 \mu\text{m}$ の条件では、視角特性がよく、全体的に調和のとれた画像を得ることができる。ここで、 $\Delta n d \approx 0.3 \mu\text{m}$ の値は従来の90°ツイストの液晶層の $\Delta n d$ の最小値とされている0.5 $\mu\text{m}$ のほぼ半分の大きさである。

30 【0039】図13はツイスト角が45°で、配向分割ありで、さらに後述する位相差フィルムを挿入した液晶表示パネルの等コントラスト曲線を示す図である。図12の液晶表示パネルでは、上記したように等コントラスト曲線が上下、左右で均等に分布し、視角特性がよくなっているが、図の中心部にある高い等コントラスト曲線が上下方向で狭い。これに対して、図13の液晶表示パネルでは、中心部における高い等コントラスト曲線をさらに広げている。

40 【0040】図14及び図15は、ツイスト角が90°で、配向分割した液晶表示パネルの視角特性を示す図である。横軸は電圧、縦軸は光透過率であり、電圧不印加時に光透過率が100パーセントであり、電圧が上昇すると光透過率が低下し（ノーマリホワイトモードの場合）、そこで例えば電圧0Vで白表示を行い、電圧4～5Vで黒表示を行う。

【0041】図14の各曲線は上下方向の視角0°、10°、20°、30°、40°についてプロットしたものであり、同じ電圧に対する透過率に差があるので、視角が大きくなるとコントラストが大きく変化することが分かる。図15の各曲線は左右方向の視角0°、10°、

20°、30°、40°についてプロットしたものであり、電圧の上昇とともに透過率が低下し、それから再上昇する、いわゆる輝度反転が生じる。これらの図から分かるように、ツイスト角が90°でも、配向分割を行えば、視角特性はある程度改善できるが、コントラストや輝度反転について改善の余地があることが分かる。

【0042】図16及び図17は、ツイスト角が45°で、配向分割した液晶表示パネルの視角特性を示す図である。図16の各曲線は上下方向の視角0°、10°、20°、30°、40°についてプロットしたものであり、図17の各曲線は左右方向の視角0°、10°、20°、30°、40°についてプロットしたものである。これらの図から分かるように、本発明によれば、視角によるコントラストの差や、輝度反転が解消される。特に、左右方向の視角特性は0°～40°の範囲に変えてもほとんど変化がないことが分かる。

【0043】なお、この例で使用した液晶10は、 $\Delta n = 0.088$ の低電圧液晶（トリフッ素系材料、チソ製）であり、ツイスト角を45°にとって、液晶表示パネルを作製した。この場合、最適な液晶10層の厚さ（基板間のギャップ）は約3.5 $\mu\text{m}$ であり、 $\Delta nd = 0.308\mu\text{m}$ である。この液晶表示パネルは配向分割したものである。

【0044】図18はツイスト角と正面コントラストとの関係を調べた実験結果である。正面コントラストは同一電圧で液晶を駆動した場合の値である。この実験結果では、ツイスト角が小さくなるに従ってコントラストは低下する傾向にある。しかし、ツイスト角を小さくする場合には、液晶の駆動電圧を高くすると正面コントラストの低下を補償することができる。また、ツイスト角を小さくすることによって、下の表2に示すように輝度反転視角を引き上げることができる。

【0045】

表2	
ツイスト角度	輝度反転角度
0°	±75°
22.5°	±77°
45.0°	±60°
67.5°	±50°
90.0°	±40°

【0046】図19は表1に示すマルチギャップ条件にて液晶表示パネルを作製した場合の電圧不印加時のパネル輝度を示すものである。マルチギャップ条件を適用することにより、従来のTN液晶表示パネルと比べて同等の輝度が得られることが分かる。

【0047】図20はツイスト角とレスポンスとの関係を示す。 $\tau_{\text{off}}$ 、 $\tau_{\text{on}}$ はそれぞれ駆動電圧のオフ、オン時のレスポンスである。この図から、ツイスト角が約45°以下になるとレスポンスが速くなることが分かる。

【0048】上記説明においては、最適な $\Delta nd$ の値に

対応するために液晶層の厚さ（ギャップ厚）を小さくし、ツイスト角45°に対して厚さ約3 $\mu\text{m}$ 程度（ZLI-4792の場合）にしたが、液晶層の厚さをこのように小さくすると、塵埃の混入などにより液晶表示パネルの製造の歩留りが低下する可能性がある。そこで、液晶層の厚さを従来の5 $\mu\text{m}$ 程度とし、選択された $\Delta nd$ 及び液晶層の厚さ $d$ に対して、液晶材料の $\Delta n$ を定めることができる。しかし、 $\Delta n$ の値をあまり小さくすると、応答速度が低下するため、 $\Delta n$ の値としては0.1～0.05が適当と考えられる。この例として、低電圧駆動が可能で $\Delta n$ が小さな材料としてトリフッ素系の液晶（ $\Delta n = 0.069$ 、チソ製）を使用する場合には、ツイスト角45°に対して、液晶層の厚さ（ギャップ厚）が4 $\mu\text{m}$ 程度となり、あまり歩留り低下にはならない。

【0049】図22は法線方向の透過率と視角パラメータとの関係を示す図であり、図21は図22の視角パラメータを説明するための電圧と透過率との関係を示す図である。図21において、曲線Cはあるツイスト角の、配向分割ありの液晶表示パネルの法線方向で見た透過率を示し、曲線Dは同じ液晶表示パネルの上下方向40°で見た透過率を示している。T(0)はある電圧のときの曲線C上の透過率の値、T(40)は同じ電圧のときの曲線D上の透過率の値である。ここで、T(40)/T(0)を視角パラメータと呼ぶ。

【0050】図22においては、横軸に法線方向の透過率を、縦軸に視角パラメータが示されている。ただし、図22において、法線方向の透過率は図21の電圧0のときを100とし、電圧が減少するにつれて法線方向の透過率は増加するように目盛ってある。図21は透過率の典型的な例であり、特定のツイスト角に対応するものではない。図21の透過率の曲線は、特定のツイスト角毎に設けられる。図22は特定のツイスト角毎の視角パラメータをプロットしたものである。図22から分かるように、ツイスト角が小さくなるにつれて視角パラメータは減少し、法線方向のコントラストと上下40°のコントラストの差が小さくなっていくことを示している。

【0051】図23及び図24は、本発明による液晶表示パネルの第2実施例を示す図である。この液晶表示パネルは、図1及び図2の実施例と同様に、液晶10を封入した一対の透明な基板12、14と、偏光子16及び検光子18とからなる。カラーフィルタ20、透明電極22及び配向膜24が一方の基板12の内面に設けられ、透明電極26及び配向膜28がもう一方の基板14の内面に設けられる。

【0052】偏光子16の透過軸Piと検光子18の透過軸Poとは互いに直交し、水平線に対して45°の角度で配置されている。配向膜24のラビング方向Riは垂直に対して22.5°であり、配向膜28のラビング方向Riは垂直に対して22.5°であり、ラビング方

向R<sub>i</sub>とラビング方向R<sub>i</sub>とは互いに45°を形成する。従ってツイスト角は45°である。さらに、液晶表示パネルは配向分割が行われたものであり、1画素分に相当する微小な領域が視角特性の180度異なるドメインA、Bに分割されている。配向分割の方法は図1及び図2の方法に限定されるものではない。

【0053】図23及び図24においては、位相差フィルム30が出射側基板14と検光子18との間に配置される。位相差フィルム30は一軸性のフィルムであり、その遅相軸Qが検光子18の透過軸P<sub>o</sub>に対して角度φをつけて設置されている。好ましくは、位相差フィルム30の設置角度φは0から45°の範囲内にある。

【0054】位相差フィルム30を設けることの利点は図13を参照して説明した通りである。すなわち、図12の液晶表示パネルでは高い等コントラスト曲線が上下方向で狭いのに対し、図13の液晶表示パネルでは高い等コントラスト曲線をさらに広げることができる。それによって、よりコントラストの高い画像をより広い視角で見ることができる。つまり、ツイスト角を小さくすることによって液晶分子の立ち上がりが不十分となり、Y軸方向にリターデーションが残るのを、位相差フィルム30を挿入することによってX軸方向に相当分のリターデーションを加え、Y軸方向にリターデーションを補償するものである。位相差フィルム30のリターデーション(Δnd)はY軸方向に残るリターデーションの値に相当したものがよいが、100nm以下であれば有効である。

【0055】図25は検光子18の透過軸P<sub>o</sub>に対する位相差フィルム30の遅相軸Qの設置角度φと、コントラスト比との関係を示す図である。図25の各曲線は、ツイスト角が0°、22.5°、45°、67.5°のものである。位相差フィルム30は位相差61nmのポリカーボネート(PC)を使用した。この図から、位相差フィルム30の遅相軸Qが検光子18の透過軸P<sub>o</sub>に対して設置角度φをつけて設置されているとコントラストが高くなることが分かる。設置角度φは0から45°の範囲内にあると好ましく、この図では設置角度φは0から25°の範囲内にあると好ましい。

【0056】図26はツイスト角0°のものについて、位相差フィルム30の位相差を22、44、61、72nmと変えた場合のコントラスト比を示す図である。図26の61nmの曲線が図25のツイスト角0°の曲線と対応する。図27はツイスト角45°のものについて、位相差フィルム30の位相差を22、61、76、109、222nmと変えた場合のコントラスト比を示す図である。図27の61nmの曲線が図25のツイスト角45°の曲線と対応する。

【0057】図28は位相差フィルム30がないときの液晶表示パネルの輝度を100として位相差フィルム30を挿入したときの相対輝度を測定した結果を示す図で

ある。ツイスト角が45°でも、ツイスト角が0°でも大きな差はなかった。

【0058】図29は位相差フィルム30を出射側基板14と検光子18との間に2枚挿入した例を示す図である。この場合には、一方の位相差フィルム30は検光子18の透過軸P<sub>o</sub>に対してその遅相軸Qが角度φで設置され、他方の位相差フィルム30は遅相軸Q同士がY軸に関して対称となるように配置される。こうすることにより、パネル特性の対称性が増す。位相差フィルムの配置は、出射側ではなく、入射側にこれを、同一配置で設けても良く、この場合には、最大4枚の位相差フィルムの設置が可能である。

【0059】図30は本発明の第3実施例を示す図である。この実施例では、液晶表示パネルは、前記実施例と同様に、液晶がツイストネマチック型の液晶を含み、且つ配向分割されている。さらに、この実施例では、液晶のツイスト角が約40°から50°の範囲内に設定され、液晶の屈折率異方性(Δn)が0.25から0.3μmの範囲内に設定される。

【0060】さらに、青、緑、赤のカラー画素を有する液晶表示装置の場合には、好ましくは、青色のカラー画素における液晶の屈折率異方性(Δn)と液晶層の厚さ(d)との積(Δnd)は約0.2から0.24μmの範囲にあり、緑色のカラー画素における液晶の屈折率異方性(Δn)と液晶層の厚さ(d)との積(Δnd)は約0.25から0.3μmの範囲にあり、赤色のカラー画素における液晶の屈折率異方性(Δn)と液晶層の厚さ(d)との積(Δnd)は約0.27から0.33μmの範囲にあるようにするとよい。

【0061】上記したように、ツイスト角が45°の場合には、Δndは約0.3μm(Δn≒0.1)とするのが適切であった。この実施例ではΔndはそのような最適値よりもいくらか低い値をとるように設定されている。この実施例は、図31に示すような問題点を図32に示すように解決しようとするものである。

【0062】図31においては、曲線Cは液晶表示パネルの法線方向で見た透過率を示し、曲線Dは液晶表示パネルの上下方向50°で見た透過率を示している。ツイスト角を90°以下、配向分割ありとしても、視角が例えば50°以上になると輝度反転が起こりやすくなる。これは、ツイスト角及びΔndを正面から見た輝度が最大になるようにΔndを選んだためである。そこで、この実施例では、Δndをいくらか低い値にすることで、正面から見た輝度をある程度犠牲にするが、斜めから見た視角反転を解消することができるのである。

【0063】図33は液晶のカイラルピッチpを示す図である。液晶にはツイストを助けるカイラル材が混合されており、カイラルピッチpは液晶が360°回転するのに必要な液晶層の厚さ(ギャップ距離)を表すカイラル材の特性を示す値である。例えば、ツイスト角が90

・で、液晶層の厚さ(ギャップ距離)が $5\mu\text{m}$ のTN液晶の場合には、カイラルピッチ $p$ は $20\mu\text{m}$ である。

【0064】本発明の変化例においては、ツイスト角が約 $1^\circ$ から $60^\circ$ の範囲内に設定され、液晶層の厚さ $d$ と液晶のカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ が0から $-1.8$ の範囲内に設定される。つまり、ラビング方向によって定められる液晶のツイスト方向と反対方向の特性をもったカイラル材を液晶に混合する。これによって、液晶はラビングによって定められる方向に例えば $45^\circ$ ツイストしようとし、一方、カイラル材の特性により液晶は逆方向にツイストしようとするが、ラビングによる規制力の方がカイラル材の規制力よりも強いために、ラビングによって定められる方向にツイストする。しかし、ツイスト方向とは逆方向に作用するカイラル材があるために、液晶のツイストは不安定な状態にあると言え、液晶に電圧を印加して立ち上がらせると、液晶は容易に立ち上がる。

【0065】ツイスト角を $90^\circ$ よりも小さくし、且つそれに対応して $\Delta n d$ を小さくする場合の問題点の一つは、液晶の駆動電圧が高くなることである。しかし、本発明のこの変化例によれば、液晶は高いエネルギーの状態でツイストしているので、比較的に低い電圧で液晶を立ち上がらせることができるようになる。従って、駆動電圧を低下させることができる。

【0066】図34から図36は本発明の第4実施例を示す図である。図1及び図2の実施例が、液晶10が電圧不印加時に基板面に対して小さなプレチルト角で基板面にほぼ平行に配向する水平配向液晶を含む液晶表示装置であったのに対し、図34から図36の実施例は、液晶40が電圧不印加時に基板面に対して大きなプレチルト角でほぼ垂直に配向する垂直配向液晶を含む液晶表示装置である。

【0067】図34から図36において、この液晶表示パネルは、液晶40を封入した一対の透明な基板12、14と、これらの基板12、14の外側に配置された偏光子16及び検光子18とからなる。一方の基板12の内面にはカラーフィルタ20、透明電極22及び垂直配向膜44が設けられ、もう一方の基板14の内面には透明電極26及び垂直配向膜48が設けられる。

【0068】垂直配向膜44、48は例えばJSR製のJALS-204であり、高い電圧保持特性を有する。また、液晶40は負の誘電異方性を有するメルク製のZLI-2806であり( $\Delta\epsilon=-4.8$ 、 $\Delta n=0.0437$ )、液晶が $90^\circ$ ツイストするのを促進するカイラル材CNを添加してある。従って、図35に示されるように、電圧不印加時には液晶分子は基板面にほぼ垂直に配向し、図36に示されるように、電圧印加時には液晶分子は基板面に対して倒れてラビング方向及び液晶自体のらせん能に従ってツイストするようになる。

【0069】垂直配向膜44、46は図1及び図2の配

向膜24、28と同様に配向分割して配向処理してある。すなわち、ドメインAにおいては、垂直配向膜44は、この垂直配向膜44に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなすようにラビング処理が行われており、対向する垂直配向膜48は、この垂直配向膜48に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなすようにラビング処理が行われている。垂直配向膜44、48があるので、プレチルト $\alpha$ 、 $\beta$ は $90^\circ$ に近いが、 $\alpha<\beta$ の関係がある。その結果、電圧印加時には、両基板12、14の間の中間部の液晶分子は角度の小さいプレチルト $\alpha$ に従って倒れる傾向がある(図36)。プレチルト $\alpha$ は例えば $80^\circ$ であり、プレチルト $\beta$ は例えば $89^\circ$ である。

【0070】隣接するドメインBにおいては、逆に、垂直配向膜48は、この垂直配向膜48に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\beta$ をなすようにラビング処理が行われており、対向する垂直配向膜44は、この垂直配向膜44に接する液晶分子が基板面に対してプレチルト $\alpha$ をなすようにラビング処理が行われている。この場合にも、プレチルト $\alpha$ 、 $\beta$ は $90^\circ$ に近いが、 $\alpha<\beta$ の関係がある。その結果、電圧印加時には、両基板12、14の間の中間部の液晶分子は角度の小さいプレチルト $\alpha$ に従って倒れる傾向がある(図36)。

【0071】従って、例えばドメインAについて、法線方向よりも上方向から見る場合には白っぽく見え、下方向から見る場合には黒っぽく見えるとすると、逆に例えばドメインBについては、法線方向よりも上方向から見る場合には黒っぽく見え、下方向から見る場合には白っぽく見えるようになる。図34から図36においては、このように、1画素に相当する微小な領域が視角特性の $180^\circ$ 異なるドメインA、Bに分割されているので、この微小な単位領域は両方の視角特性を平均した視角特性を示すようになり、視角特性が改善される。

【0072】このような画素分割を行うためには、各垂直配向膜44、46は図1の配向膜24、28と同様に配向処理される。なお、配向分割のためには、上記したその他の処理を行うことができる。この場合にも、垂直配向膜44、48にラビングを行う前又は後に、ドメインA又はBに相当する開口部を設けたマスクを使用して紫外線照射を行い、ドメインA及びBのプレチルト特性を変えることである。図42は紫外線照射時間と達成されるプレチルト角度とが密接な関係を示すことを示しており、紫外線照射時間を調節することにより、ドメインA又はBに所望のプレチルト角度を設定することができる。図42では、紫外線照射時間が長くなるにつれてプレチルト角度が小さくなる傾向を示しているが、別の配向膜材料では、紫外線照射時間が長くなるにつれてプレチルト角度が大きくなるものもある。

【0073】図34においては、図1と同様に、光入射側の基板12の配向膜44は矢印R<sub>i</sub>で示される方向に

17

ラビングされ、光出射側の配向膜48は矢印R<sub>o</sub>で示される方向にラビングがされている。ラビング方向R<sub>i</sub>とラビング方向R<sub>o</sub>とは45°をなし、従って、液晶40のツイスト角は45°となる。偏光子16の透過軸が矢印P<sub>i</sub>で示され、検光子18の透過軸が矢印P<sub>o</sub>で示される。偏光子16の透過軸P<sub>i</sub>及び検光子18の透過軸P<sub>o</sub>は水平線に対して45°の角度で配置される。偏光子16の透過軸P<sub>i</sub>及び検光子18の透過軸P<sub>o</sub>は互いに直交又は平行に配置される。なお、配向分割自体は、配向膜に部分的開口部を設け、ラビング処理を行なう、マルチラビングによる方法にても実現可能であることは、言うまでもない。

【0074】このようにして、配向分割があり、且つツイスト角が90°未満とし、そして入射直線偏光が90°回転して出射するように定められたΔndを有する、垂直配向液晶表示装置を形成する。この垂直配向液晶表示装置は、コントラストが高く、且つ視角特性の優れたものである。

【0075】図37は、ツイスト角10°とし、配向分割なしの液晶表示パネルの上下方向の視角特性を示す図である。図38は、ツイスト角10°とし、配向分割なしの液晶表示パネルの左右方向の視角特性を示す図である。

【0076】図39は、ツイスト角90°とし、配向分割なしの液晶表示パネルの上下方向の視角特性を示す図である。図40は、ツイスト角90°とし、配向分割なしの液晶表示パネルの左右方向の視角特性を示す図である。

【0077】このように、ツイスト角を90°とし、配向分割なしの液晶表示パネルでは、上下方向の視角特性に大きな差がある。また、ツイスト角を90°よりも小さくしても、配向分割なしの液晶表示パネルでは、上下方向の視角特性および左右方向の視角特性は十分満足いくものではない。

【0078】図41は、ツイスト角10°とし、配向分割ありの液晶表示パネルの上下方向の視角特性を示す図である。この図の視角特性は図39の視角特性と比べて大きく改善されているのが分かる。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電圧—透過率曲線において輝度反転がなく、印加電圧に比例して透過率が滑らかに変化する特徴があり、コントラストが高く、且つ視角特性の優れた、階調表示を行うことができ、表示品質の高い液晶表示を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のラビング及び偏光の透過軸との関係を示す図である。

【図2】図1に従った液晶表示パネルを示す断面図である。

18

【図3】配向処理の他の例を示す図である。

【図4】図3の配向処理をした液晶の配向状態を示す図である。

【図5】配向処理の他の例を示す図である。

【図6】液晶が90°回転するのを調べるための実験の光学系の配置図である。

【図7】ツイスト角45°の場合の透過光強度を示す図である。

【図8】ツイスト角22.5°の場合の透過光強度を示す図である。

【図9】ツイスト角67.5°の場合の透過光強度を示す図である。

【図10】従来のTN液晶表示パネルの等コントラスト曲線を示す図である。

【図11】ツイスト角45°で配向分割なしの場合の等コントラスト曲線を示す図である。

【図12】ツイスト角45°で配向分割ありの場合の等コントラスト曲線を示す図である。

【図13】位相差フィルムを付加した場合の等コントラスト曲線を示す図である。

【図14】ツイスト角90°で配向分割した液晶表示パネルの上下方向の視角特性を示す図である。

【図15】ツイスト角90°で配向分割した液晶表示パネルの左右方向の視角特性を示す図である。

【図16】ツイスト角45°で配向分割した液晶表示パネルの上下方向の視角特性を示す図である。

【図17】ツイスト角45°で配向分割した液晶表示パネルの左右方向の視角特性を示す図である。

【図18】ツイスト角とコントラスト比との関係を示す図である。

【図19】ツイスト角と相対輝度との関係を示す図である。

【図20】ツイスト角とレスポンスとの関係を示す図である。

【図21】視角パラメータを説明するための電圧と透過率の関係を示す図である。

【図22】法線方向の透過率と視角パラメータとの関係を示す図である。

【図23】本発明の第2実施例を示す断面図である。

【図24】図23の配向処理を示す図である。

【図25】ツイスト角を変えたときのコントラスト比を示す図である。

【図26】ツイスト角0°のときの位相差フィルムの厚さを変えた場合のコントラスト比を示す図である。

【図27】ツイスト角45°のときの位相差フィルムの厚さを変えた場合のコントラスト比を示す図である。

【図28】位相差フィルムを挿入したときの相対輝度を示す図である。

【図29】位相差フィルムを挿入した変化例を示す図である。

19

【図30】本発明の第3実施例を示す図である。

【図31】図30の問題点を説明するための電圧—透過率曲線を示す図である。

【図32】図30の利点を説明するための電圧—透過率曲線を示す図である。

【図33】さらなる変化例で使用するカイラルピッチを示す図である。

【図34】本発明の第4実施例を示す図である。

【図35】図34の配向処理に従った液晶表示パネルを示す断面図である。

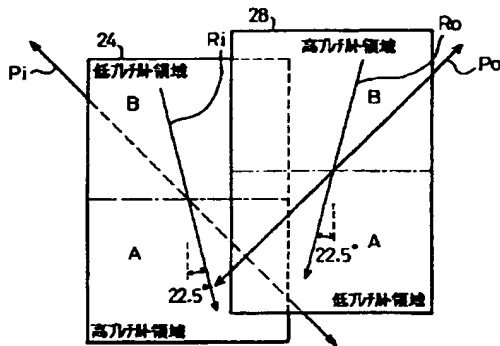
【図36】図35の液晶表示パネルの電圧印加時を示す断面図である。

【図37】ツイスト角 $10^\circ$ で配向分割なしの場合の上下方向の視角特性を示す図である。

【図38】ツイスト角 $10^\circ$ で配向分割なしの場合の左右方向の視角特性を示す図である。

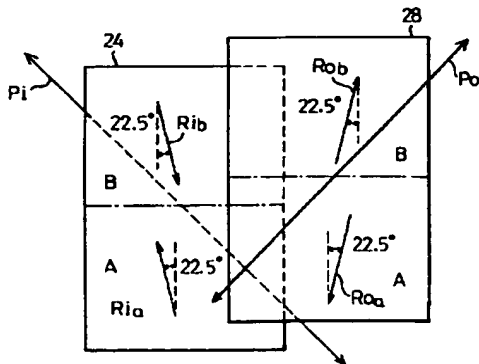
【図1】

本発明の第1実施例を示す図



【図3】

配向処理の他の例を示す図



20

【図39】ツイスト角 $90^\circ$ で配向分割なしの場合の上下方向の視角特性を示す図である。

【図40】ツイスト角 $90^\circ$ で配向分割なしの場合の左右方向の視角特性を示す図である。

【図41】ツイスト角 $10^\circ$ で配向分割ありの場合の上下方向の視角特性を示す図である。

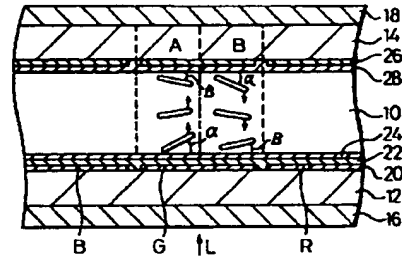
【図42】紫外線照射時間とプレチルト角との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 10…液晶  
12、14…基板  
16…偏光子  
18…検光子  
24、28…配向膜  
40…液晶  
44、48…垂直配向膜

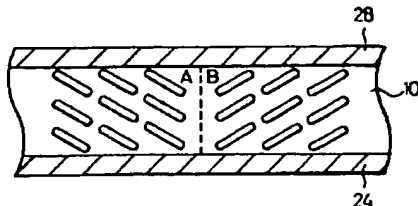
【図2】

図1に従った液晶表示パネルの断面図



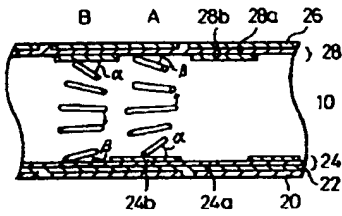
【図4】

図3の配向処理をした液晶の配向状態を示す図



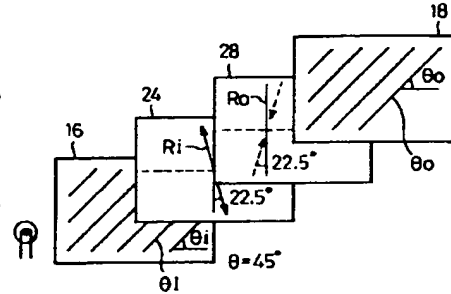
【図5】

配向処理の他の例を示す図



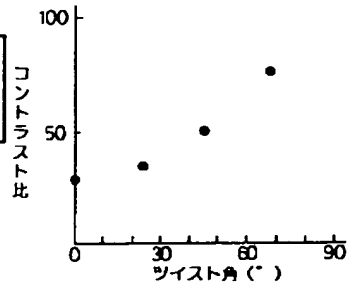
【図6】

実験の光学系の配置図



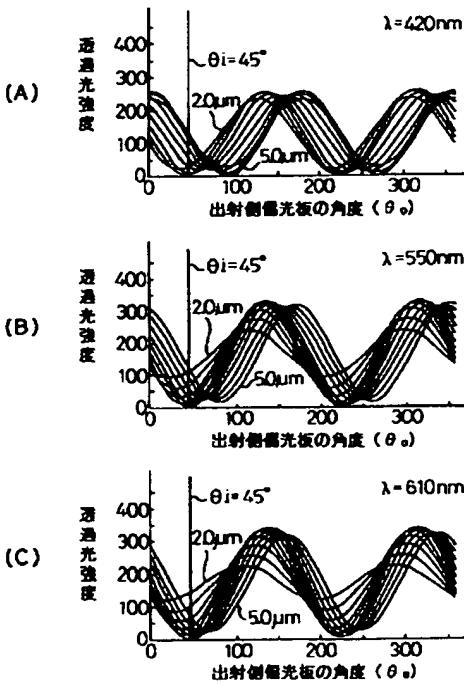
【図18】

ツイスト角とコントラスト比との関係を示す図



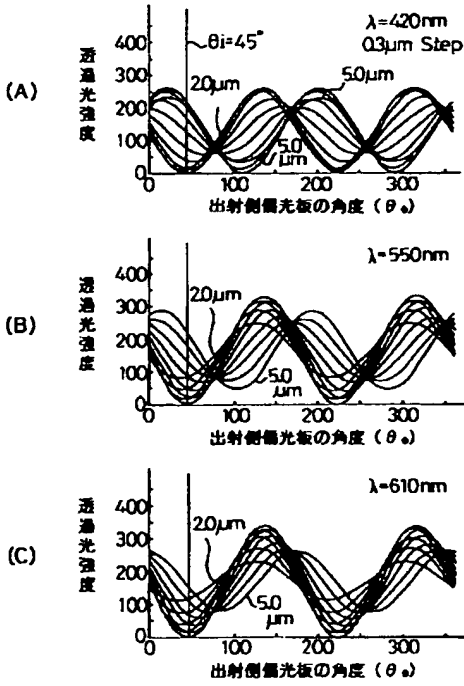
【図7】

ツイスト角45° の場合の透過光強度を示す図



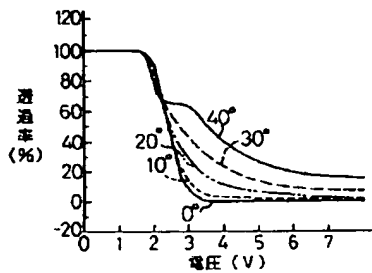
【図8】

ツイスト角22.5° の場合の透過光強度を示す図



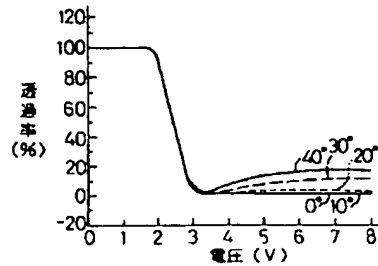
【図14】

ツイスト角90° で配向分割したパネルの上下方向の視角特性を示す図

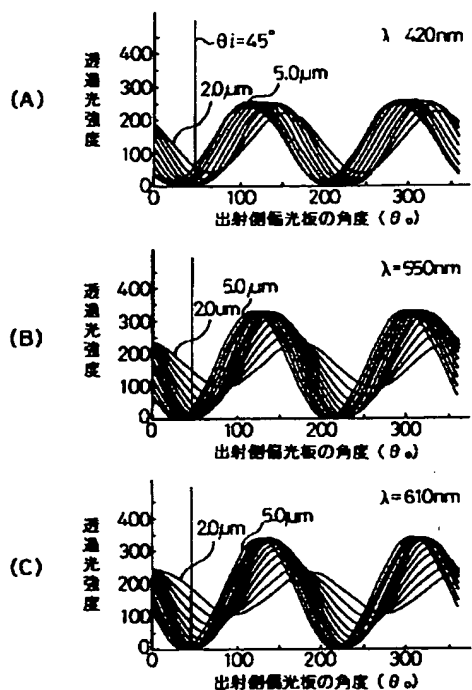


【図15】

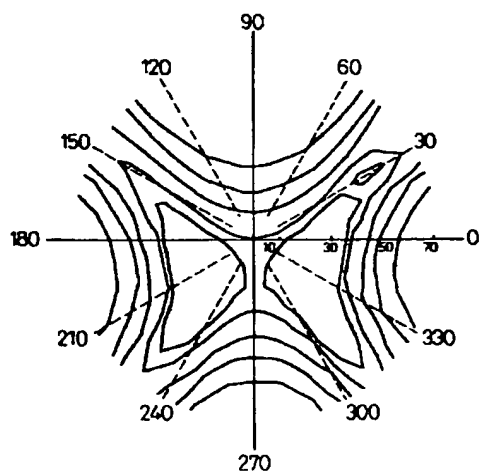
ツイスト角90° で配向分割したパネルの左右方向の視角特性を示す図



【図9】

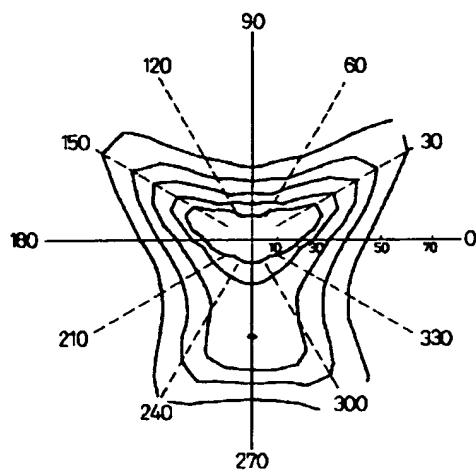
ツイスト角 $67.5^\circ$  の場合の透過光強度を示す図

【図11】

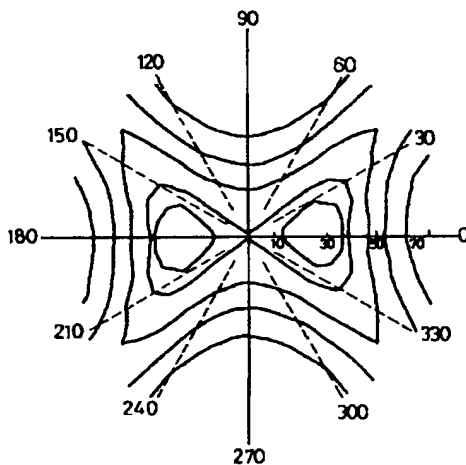
ツイスト角 $45^\circ$  で配向分割なしの場合の等コントラスト曲線を示す図

【図10】

従来のTN液晶表示パネルの等コントラスト曲線を示す図

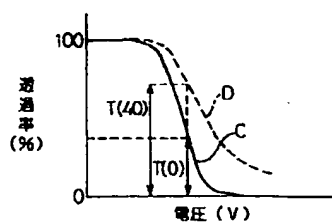


【図12】

ツイスト角 $45^\circ$  で配向分割ありの場合の等コントラスト曲線を示す図

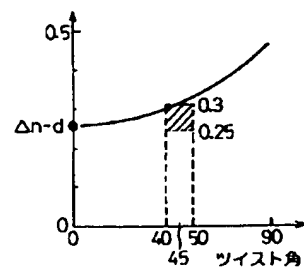
【図21】

電圧と透過率との関係を示す図



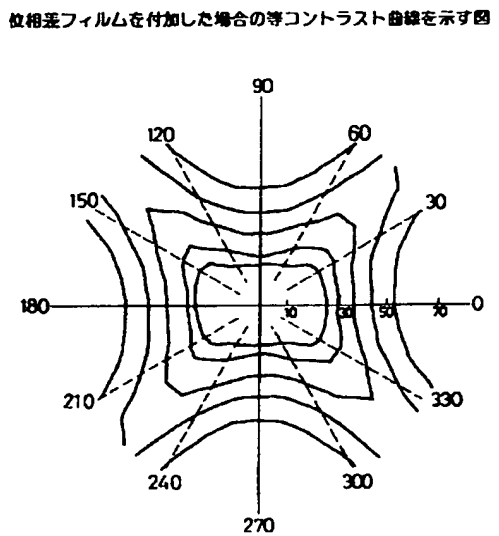
【図30】

本発明の第3実施例を示す図

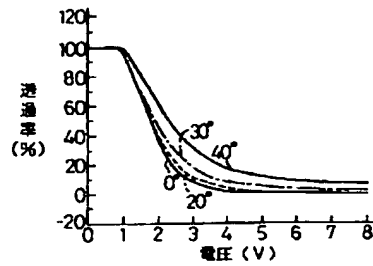




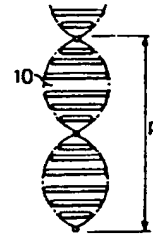
【図13】



【図16】

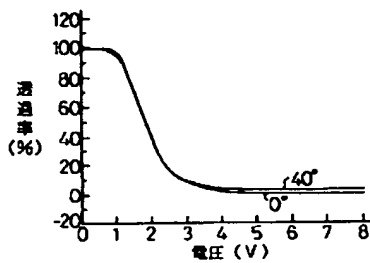


【図33】



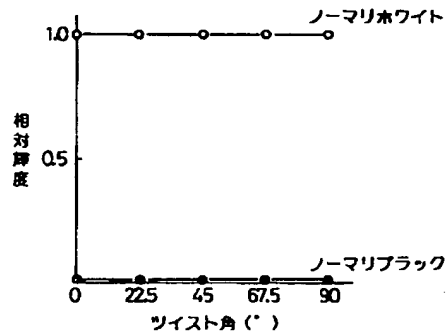
【図17】

ツイスト角45°で配向分割した左右方向の視角特性を示す図



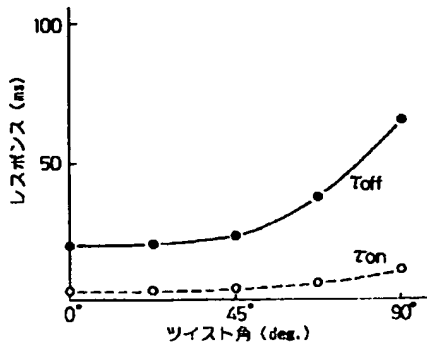
【図19】

ツイスト角と相対輝度との関係を示す図



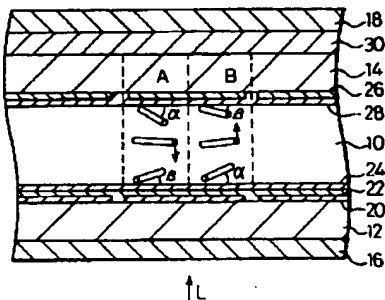
【図20】

ツイスト角とレスポンスとの関係を示す図



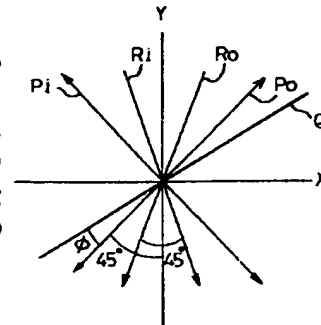
【図23】

本発明の第2実施例を示す図



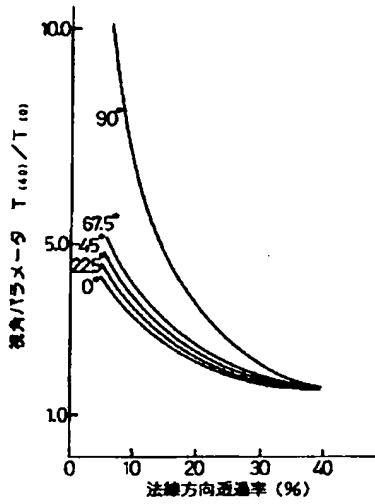
【図24】

図23の配向処理を示す図



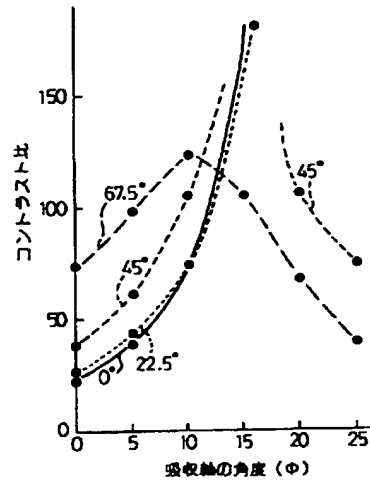
【図22】

視角パラメータを示す図



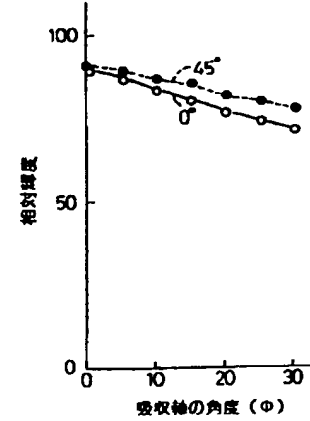
【図25】

ツイスト角を変えたときのコントラスト比を示す図



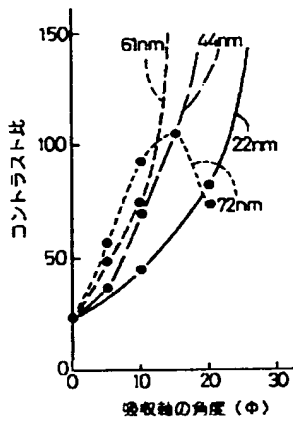
【図28】

フィルムを挿入したときの相対輝度を示す図



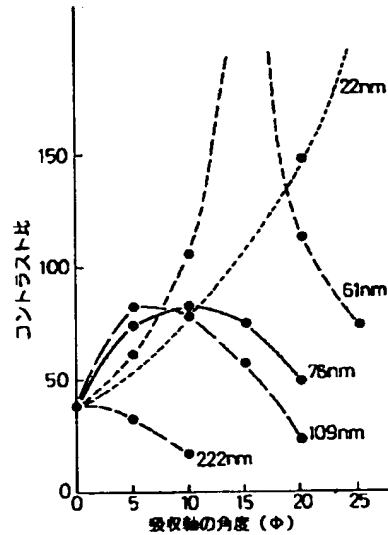
【図26】

ツイスト角0°のときのフィルムの厚さを変えた場合のコントラスト比を示す図



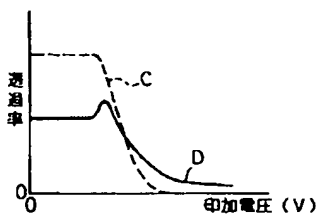
【図27】

ツイスト角が45°のときのフィルムの厚さを変えた場合のコントラスト比を示す図



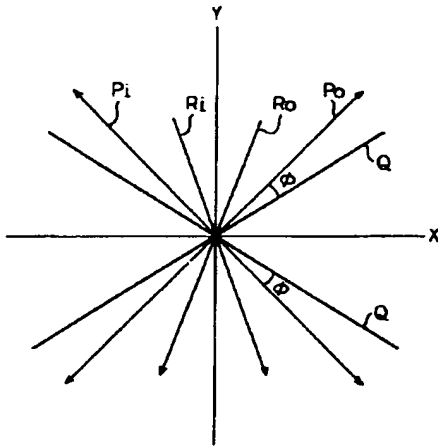
【図31】

図30の問題点を説明する図



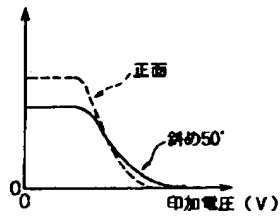
【図29】

フィルムを挿入した変化例を示す図



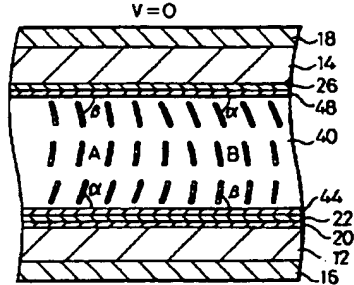
【図32】

図30の利点を説明する図



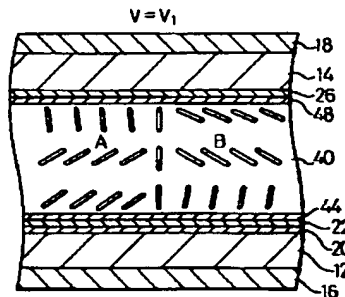
【図35】

図34に倣ったパネルの断面図



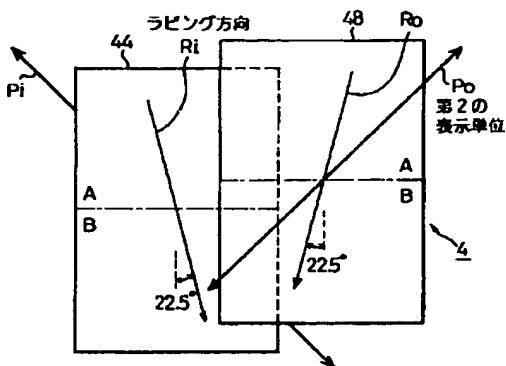
【図36】

図35のパネルの電圧印加時を示す図



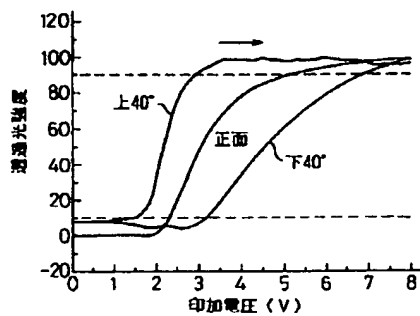
【図34】

本発明の第4実施例を示す図



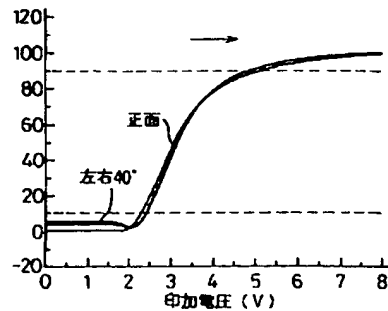
【図37】

ツイスト角10°で配向分割なしの場合の上下方向の視角特性を示す図



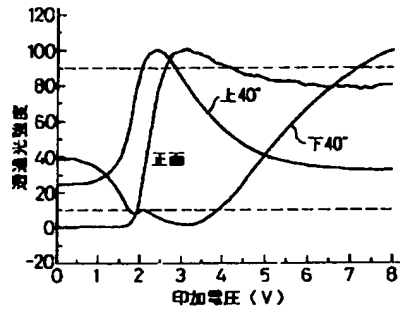
【図38】

左右方向の視角特性を示す図



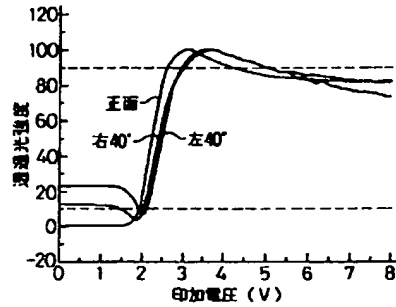
【図39】

ツイスト角90°で配向分割なしのパネルの上下方向の視角特性を示す図



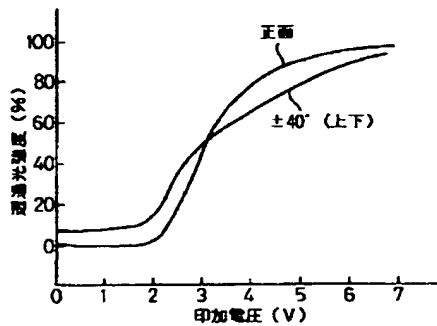
【図40】

左右方向の視角特性を示す図



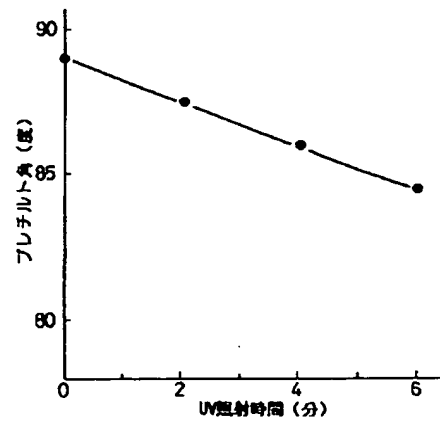
【図41】

ツイスト角10°で配向分割ありの場合の上下方向の視角特性を示す図



【図42】

UV照射時間とプレチルト角との関係を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 鎌田 豪  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内